

**ANALISIS FAKTOR BEBAN TENAGA LISTRIK PADA
SEKTOR RUMAH TANGGA DI WILAYAH KARANGANYAR**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

RINI WULANDARI

D 400 140 111

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN
ANALISIS FAKTOR BEBAN TENAGA LISTRIK
PADASEKTORRUMAHTANGGA DI WILAYAH KARANGANYAR

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

RINI WULANDARI

D 400 140 111

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'AGUSSUPARDI', with a stylized flourish at the end.

AGUSSUPARDI, S.T, M.T

NIK 883

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS FAKTOR BEBAN TENAGA LISTRIK PADA SEKTOR
RUMAH TANGGA DI WILAYAH KARANGANYAR

OLEH

RINI WULANDARI

D 400 140 111

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis, 26 Juli 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Agus Supardi, S.T, M.T

(Ketua Dewan Penguji)


(.....)

2. Aris Budiman, S.T, M.T

(Anggota I Dewan Penguji)


(.....)

3. Hasyim Asy'ari, S.T, M.T

(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)

Dekan,



Il. Sri Sunarjono, M.T, Ph. D
NIK. 628

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan semuanya.

Surakarta, 26 Juli 2018

Penulis



RINI WULANDARI

D 400 140 111

ANALISIS FAKTOR BEBAN TENAGA LISTRIK PADA SEKTOR RUMAH TANGGA DI WILAYAH KARANGANYAR

Abstrak

Faktor beban merupakan penyederhanaan penting dari suatu data penggunaan energi listrik dan tergantung pada rasio permintaan rata – rata terhadap permintaan puncak. Pada sektor rumah tangga terdapat beberapa golongan diantaranya R1 (450VA), R1 (900VA), R1M (900VA), R1 (1300VA), R1 (2200VA), R2 (3500VA – 5500VA), R3 (> 6600VA). Kebutuhan energi listrik pada saat beban puncak memberi dampak yang dapat merugikan bagi semua pihak sehingga diperlukan penekanan pada sisi pelanggan agar konsumsi listrik menjadi efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari beban rata- rata dan beban puncak yang kemudian akan digunakan untuk menghitung faktor beban pada setiap golongan residensial di wilayah Karanganyar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan mengumpulkan referensi dan jurnal yang berhubungan dengan faktor beban, setelah mendapatkan referensi dilanjutkan dengan pengambilan data penelitian yang diperoleh sesuai dengan prosedur dari pihak instansi dan menganalisis data yang telah diperoleh. Hasil dari analisis yang dilakukan mendapatkan data faktor beban pelanggan sektor rumah tangga selama tahun 2017 dengan nilai faktor beban yang paling tinggi terdapat pada tarif golongan R1 (450VA) pada bulan Juni sebesar 32,862% dan nilai faktor beban yang paling rendah terdapat pada tarif golongan R2 (3500 VA – 5500 VA) pada bulan Desember dengan nilai 1,788% sedangkan pada golongan R1M (900 VA), R1 (1300 VA) dan R1 (2200 VA) memiliki nilai faktor beban paling stabil selama satu tahun . Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa faktor beban masih kecil sehingga konsumsi energi listrik belum maksimal. Semakin besar faktor beban yang diperoleh dari perbandingan daya rata – rata terhadap beban puncak maka semakin baik karena daya yang disuplai oleh PLN dapat digunakan secara maksimal.

Kata Kunci : Sistem Distribusi, Faktor Beban, Beban Rata – Rata, Beban Puncak.

Abstract

The load factor is an important simplification of the electrical energy usage data and depends on the ratio of the average demand to peak demand. In the household sector there are several classes including R1 (450VA), R1 (900VA), R1M (900VA), R1 (1300VA), R1 (2200VA), R2 (3500VA - 5500VA), R3 (> 6600VA). The need for electrical energy during peak loads can have a detrimental effect on all parties, so there is a need to emphasize the customer side in order to be effective. This study aims to determine the value of the average load and peak load which will then be used to calculate the load factor on each residential class in Karanganyar region. The method used in this study by collecting references and journals related to the load factor, after getting the reference followed by the retrieval of research data obtained in accordance with the procedures of the agency and analyze the data that have been obtained. The results of the analysis obtained the data of household customer factor load factor in 2017 with the

highest load factor value found at the R1 (450VA) tariff rate in June at 32,862% and the lowest load factor was found in the R2 group tariff (3500 VA - 5500 VA) in December with a value of 1,788% while in the R1M (900 VA), R1 (1300 VA) and R1 (2200 VA) groups have the most stable load factor value for one year. From the data it can be concluded that the load factor is still small so that the consumption of electric energy has not been maximized. The greater the load factor obtained from the ratio of average power to peak load, the better because the power supplied by PLN can be used optimally.

Keywords: Distribution System, Load Factor, Average Load, Peak Load.

1. PENDAHULUAN

Sumber energi listrik merupakan salah satu energi yang tidak bisa dilepaskan dari kehidupan manusia, energi listrik sendiri digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari – hari seperti penerangan, proses produksi yang melibatkan peralatan elektronik dan mesin industri. Di Indonesia sistem penyediaan tenaga listrik terdiri dari beberapa pembangkit yang saling berhubungan antara satu dengan yang lain oleh jaringan transmisi dengan jaringan distribusi. Sistem jaringan listrik mempunyai tiga bagian utama yaitu pusat pembangkit, saluran transmisi dan saluran distribusi. Saluran distribusi menghubungkan semua beban yang terpisah antara satu dengan yang lain ke saluran transmisi (Stevenson, 1994). Secara umum saluran distribusi melayani beban dengan dibagi menjadi beberapa sektor, antara lain sektor rumah tangga, sektor industri, sektor usaha dan sektor komersial. Pada setiap sektor beban mempunyai karakteristik yang berbeda – beda, hal ini berkaitan dengan pola konsumsi energi listrik pada tiap – tiap sektor. Bentuk pola beban listrik yang fluktuatif di berbagai sektor menjadi permasalahan pada sistem tenaga listrik, maka perlu adanya karakteristik beban listrik untuk mengetahui permasalahan yang ada di industri tenaga listrik.

Pada sektor rumah tangga terjadi fluktuasi energi listrik yang cukup besar, terjadinya fluktuasi yang besar disebabkan karena konsumsi energi listrik dominan pada malam hari. Pada sektor industri konsumsi energi listrik sepanjang hari, karena pada sektor industri bekerja selama dua puluh empat jam, sehingga fluktuasi konsumsi energi hampir sama dengan perbandingan puncak terhadap beban rata – rata sama dengan satu. Beban pada sektor komersial dan sektor usaha mempunyai karakteristik yang hampir sama (Murat, 2001).

Sistem distribusi memiliki tujuan utama yaitu menyalurkan energi tenaga listrik dari gardu induk ke pelanggan. Faktor utama dalam perancangan sistem distribusi yaitu karakteristik diberbagai beban. Karakteristik beban listrik pada suatu gardu induk tergantung pada jenis beban yang dilayaninya. Karakteristik beban mempunyai peranan penting dalam menentukan rating peralatan pemutus rangkaian, analisis rugi – rugi dan menentukan kapasitas pembebanan pada suatu gardu induk. Faktor yang menentukan karakteristik beban diantaranya faktor beban, faktor beban harian, fator beban harian rata – rata dan faktor penilaian beban. Faktor beban merupakan penyederhanaan penting dari suatu data penggunaan energi listrik dan tergantung pada rasio permintaan rata – rata terhadap permintaan puncak (*peak demand*) (Tapajyoti, 2009). Jika perusahaan listrik ingin meningkatkan *load factor* maka perusahaan harus beroperasi secara maksimal dan menerapkan kebijakan penjualan dan jadwal tarif. Faktor perhitungan selama 24 jam dapat memperlihatkan rata – rata beban (Norbert, 2012) Faktor beban sering dibingungkan dengan faktor kapasitas, ini merupakan rasio output rata – rata terhadap kapasitas, masalah teknologi untuk menekan dengan cara membedakan karakter ekonomi dari faktor beban yang tepat (Walkins, 1916).

Definisi dari faktor beban ini dapat dituliskan dalam persamaan berikut :

$$\text{Faktor beban (Fb)} = \frac{\text{beban rata-rata dalam periode tertentu}}{\text{beban puncak dalam periode tertentu}} \dots\dots\dots (1)$$

Bila diterapkan pada pusat pembangkit makan didapat, menurut definisi :

$$\text{Faktor beban} = \frac{P \text{ rata-rata}}{P \text{ puncak}} = \frac{P \text{ rata-rata}}{P_p} \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

$P_{\text{rata-rata}}$ = beban rata – rata dalam periode waktu

P_p = beban puncak yang terjadi dalam periode waktu pada selang waktu tertentu.

Faktor beban dihitung mulai dari periode harian, bulanan maupun tahunan. Beban rata – rata dan beban puncak mempunyai satuan kilowatt, kilovolt-ampere, ampere dan sebagainya, satuan dari keduanya harus sama . Faktor beban harian

tergantung pada daerah pembebanan dan tergantung pada keadaan cuaca. Faktor beban harian rata – rata merupakan faktor perhitungan rata – rata dari total beban selama satu tahun.

Faktor penilaian adalah faktor yang memberikan gambaran mengenai karakteristik beban, baik dari segi kuantitas, pembebanannya maupun dari segi kualitasnya. Faktor – faktor ini sangat berguna dalam menentukan karakteristik beban untuk masa yang akan datang atau dalam menentukan efek pembebanan terhadap kapasitas sistem secara menyeluruh. Demand adalah rata – rata beban pada terminal penerima pada selang waktu tertentu (Turan, 1986). Beban maksimum adalah beban rata- rata terbesar yang terjadi pada suatu interval *demand* tertentu. Jadi *maximum demand* ditentukan untuk waktu tertentu dari suatu interval waktu tertentu, misal *maximum demand* 1 jam pada T = 24 jam, berarti besarnya beban rata – rata terbesar untuk interval waktu T = 24 jam.

$$\text{Beban rata-rata (Pr)} = \frac{\text{konsumsi listrik dalam periode tertentu}}{\text{waktu penggunaan dalam periode tertentu}} \dots\dots\dots(3)$$

Beban puncak (Pmax) adalah nilai terbesar dari pembebanan sesaat pada suatu interval demand tertentu.

$$\text{Beban puncak (Pp)} = P \times \cos \theta \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

$$P = \text{Daya Listrik (VA)}$$

$$\cos \theta = \text{Faktor daya (0,8)}$$

Kebutuhan energi listrik pada saat beban puncak memberi dampak yang dapat merugikan bagi semua pihak sehingga diperlukan penekanan pada sisi pelanggan agar konsumsi listrik menjadi efektif. Pada sektor rumah tangga mengalami kenaikan yang signifikan pada malam hari dikarenakan penggunaan peralatan listrik terjadi pada malam hari, sedangkan pada siang hari mengalami penurunan. Pada pelanggan sektor rumah tangga sendiri terbagi menjadi beberapa golongan diantaranya golongan R1, R2, dan R3. Untuk pelanggan R1 daya yang dipakai mulai dari 450 VA sampai dengan 2200 VA, pada golongan R1 dengan daya 900 VA terdapat perbedaan yaitu subsidi dan non subsidi. Untuk pelanggan R2 daya yang dipakai 3500 VA – 5500 VA, sedangkan untuk pelanggan R3 daya

yang digunakan 6600 VA ke atas. Beban memiliki sifat resistif, induktif, dan kapasitif, sifat mempunyai dampak pada sistem kelistrikan yaitu faktor beban. Semakin besar faktor beban berarti semakin bagus sistem kelistrikannya begitupun sebaliknya. Oleh karena itu ketika suatu sistem kelistrikan mempunyai faktor beban yang rendah daya reaktif besar maka pihak PLN akan memberikan tarif tersendiri sehingga dibutuhkan perbaikan faktor beban.

2. METODE

Metode dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan data sekunder (didapat dan dicatat oleh pihak lain). Tahapan yang pertama dengan cara mengumpulkan referensi dan jurnal yang berhubungan dengan faktor beban, setelah mendapatkan referensi dilanjutkan dengan pengambilan data penelitian yang diperoleh dengan mengikuti prosedur dari pihak instansi.

Data yang didapat dari PT PLN Rayon Karanganyar diklarifikasi dan kemudian dibuat dalam bentuk tabel untuk sektor rumah tangga yang terdiri dari beberapa golongan, yaitu :

Tabel 1. Pelanggan PLN APJ Surakarta Rayon Karanganyar

BULAN : JANUARI 2017			
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi Bulanan (kWh)
R1 / 450 VA	56.598	25.469.100	4.697.558
R1 / 900 VA	24.960	22.464.000	2.959.339
R1 / 1300 VA	2.746	3.569.800	463.571
R1 / 2200 VA	910	2.002.000	213.269
R2 / 3500 VA - 5500 VA	280	1.116.600	128.573
R3 / 6600 VA keatas	25	309.000	27.505
BULAN : FEBRUARI 2017			
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi Bulanan (kWh)
R1 / 450 VA	56.508	25.428.600	4.219.987
R1 / 900 VA	25.011	22.509.900	2.642.016
R1 / 1300 VA	2.744	3.567.200	404.547
R1 / 2200 VA	911	2.004.200	189.531
R2 / 3500 VA - 5500 VA	277	1.105.200	111.013
R3 / 6600 VA keatas	27	327.700	25.897
BULAN : MARET 2017			

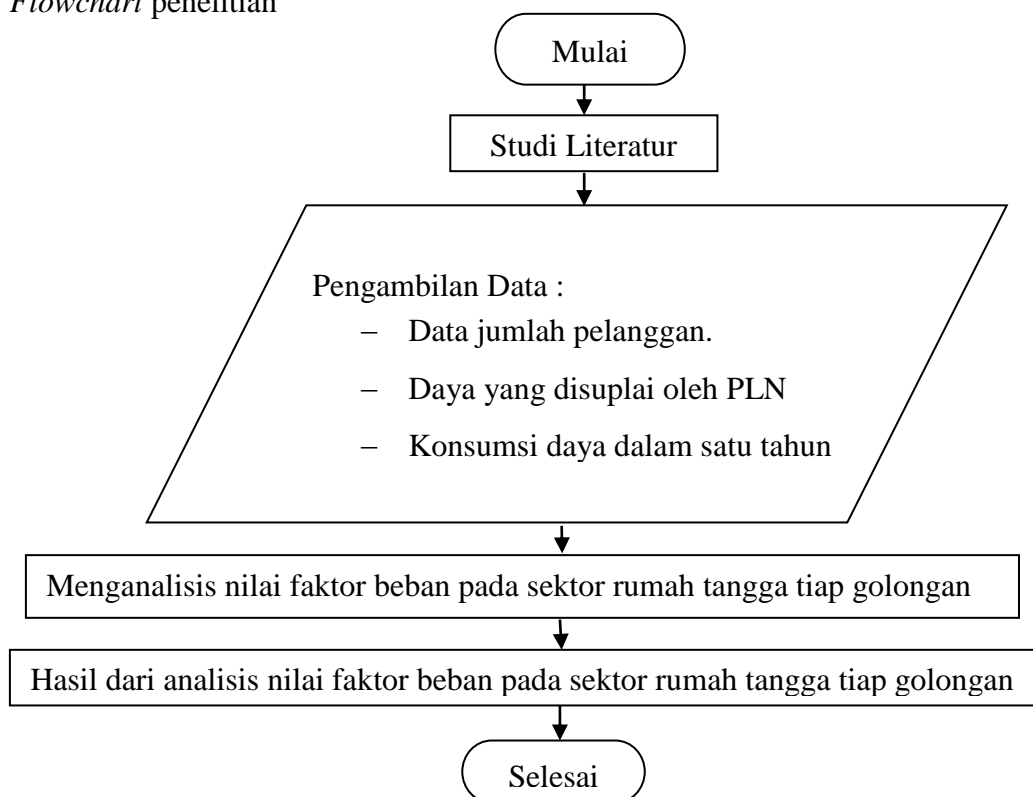
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi Bulanan (kWh)
R1 / 450 VA	56.415	25.386.750	4.642.239
R1 / 900 VA	2.241	2.016.900	229.909
R1M/900 VA	22.810	20.529.000	2.685.690
R1 / 1300 VA	2.741	3.563.300	450.643
R1 / 2200 VA	911	2.004.200	213.916
R2 / 3500 VA - 5500 VA	275	1.096.400	123.327
R3 / 6600 VA keatas	27	327.700	28.537
BULAN : APRIL 2017			
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi Bulanan (kWh)
R1 / 450 VA	56.358	25.361.100	4.530.795
R1 / 900 VA	2.250	2.025.000	226.236
R1M/900 VA	22.807	20.526.300	2.624.524
R1 / 1300 VA	2.749	3.573.700	447.792
R1 / 2200 VA	917	2.017.400	210.915
R2 / 3500 VA - 5500 VA	274	1.093.800	120.674
R3 / 6600 VA keatas	27	327.700	29.608
BULAN : MEI 2017			
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi Bulanan (kWh)
R1 / 450 VA	56.304	25.336.800	4.669.160
R1 / 900 VA	2.253	2.027.700	236.252
R1M/900 VA	22.816	20.534.400	2.703.011
R1 / 1300 VA	2.755	3.581.500	470.444
R1 / 2200 VA	921	2.026.200	219.460
R2 / 3500 VA - 5500 VA	273	1.088.300	122.202
R3 / 6600 VA keatas	28	335.400	31.748
BULAN : JUNI 2017			
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi Bulanan (kWh)
R1 / 450 VA	26.256	25.315.200	4.791.817
R1 / 900 VA	2.260	2.034.000	241.435
R1M/900 VA	22.808	20.527.200	2.713.104
R1 / 1300 VA	2.758	3.585.400	457.649
R1 / 2200 VA	921	2.026.200	213.699
R2 / 3500 VA - 5500 VA	274	1.091.800	117.612
R3 / 6600 VA keatas	28	335.400	28.749
BULAN : JULI 2017			
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	konsumsi bulanan (kWh)
R1 / 450 VA	56.153	25.268.850	4.788.780

R1 / 900 VA	6.152	5.536.800	617.287
R1M/900 VA	18.934	17.040.600	2.301.937
R1 / 1300 VA	2.780	3.614.000	461.831
R1 / 2200 VA	920	2.046.000	214.171
R2 / 3500 VA - 5500 VA	274	1.092.900	120.226
R3 / 6600 VA keatas	29	343.100	30.217
BULAN : AGUSTUS 2017			
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi Bulanan (kWh)
R1 / 450 VA	56.119	25.253.550	4.623.705
R1 / 900 VA	6.145	5.530.500	592.384
R1M/900 VA	18.905	17.014.500	2.214.914
R1 / 1300 VA	2.774	3.606.200	456.704
R1 / 2200 VA	929	2.043.800	211.245
R2 / 3500 VA - 5500 VA	276	1.103.900	121.515
R3 / 6600 VA keatas	29	343.100	29.922
BULAN : SEPTEMBER 2017			
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi Bulanan (kWh)
R1 / 450 VA	56.081	25.236.450	4.566.956
R1 / 900 VA	6.149	5.534.100	591.412
R1M/900 VA	18.895	17.005.500	2.232.803
R1 / 1300 VA	2.769	3.599.700	456.300
R1 / 2200 VA	931	2.048.200	217.582
R2 / 3500 VA - 5500 VA	276	1.103.900	118.215
R3 / 6600 VA keatas	29	343.100	29.356
BULAN : OKTOBER 2017			
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi Bulanan (kWh)
R1 / 450 VA	56.037	25.216.650	4.671.329
R1 / 900 VA	6.154	5.538.600	612.530
R1M/900 VA	18.891	17.001.900	2.264.211
R1 / 1300 VA	2.775	3.607.500	472.856
R1 / 2200 VA	931	2.048.200	222.642
R2 / 3500 VA - 5500 VA	275	1.100.400	122.733
R3 / 6600 VA keatas	30	366.100	32.531
BULAN : NOVEMBER 2017			
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi Bulanan (kWh)
R1 / 450 VA	55.992	25.196.400	4.529.807
R1 / 900 VA	6.160	5.544.000	599.019
R1M/900 VA	18.875	16.987.500	2.174.484
R1 / 1300 VA	2.773	3.604.900	456.933

R1 / 2200 VA	934	2.054.800	224.115
R2 / 3500 VA - 5500 VA	274	1.094.900	117.776
R3 / 6600 VA keatas	30	366.100	31.764
BULAN : DESEMBER 2017			
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi Bulanan (kWh)
R1 / 450 VA	55.946	25.175.700	4.714.456
R1 / 900 VA	6.165	5.548.500	628.820
R1M/900 VA	18.856	16.970.400	2.245.367
R1 / 1300 VA	2.773	3.604.900	459.120
R1 / 2200 VA	940	2.068.000	215.536
R2 / 3500 VA - 5500 VA	274	1.093.800	11.642
R3 / 6600 VA keatas	30	366.100	40.542

Dari tabel dapat dilihat bahwa pada pelanggan sektor rumah tangga dibagi menjadi beberapa golongan dimana tiap golongan mempunyai tarif daya yang berbeda – beda. Dari data tersebut akan dicari faktor beban pada masing – masing golongan tiap tarif daya, sehingga akan didapatkan besarnya nilai faktor beban pada sektor rumah tangga di wilayah Karanganyar.

Flowchart penelitian



Gambar 1. *Flowchart penelitian*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengambilan data dari PT. PLN (persero) APJ Surakarta Rayon Karanganyar kemudian dilakukan analisis faktor beban di wilayah Karanganyar.

3.1 Pelanggan R1 (450 VA) pada bulan Januari 2017

Perhitungan faktor daya pada pelanggan R1 (450 VA) :

$$\begin{aligned}Pr &= \frac{\text{Konsumsi Listrik dalam satu bulan}}{\text{Waktu penggunaan selama satu bulan}} \\&= \frac{4.697.558 \text{ kWh}}{31 \text{ hari} \times 24 \text{ jam/hari}} = 6.313,92 \text{ kW} \\Pp &= \text{Daya Listrik} \times \cos \theta \\&= 25.469100 \text{ VA} \times 0,8 = 20,375 \text{ kW} \\Fb &= \frac{Pr}{Pp} = \frac{6.313,92 \text{ kW}}{20,375 \text{ kW}} = 30,933\%\end{aligned}$$

3.2 Pelanggan R1 (900 VA) pada bulan Januari 2017

Perhitungan faktor daya pada pelanggan R1 (900 VA) :

$$\begin{aligned}Pr &= \frac{\text{Konsumsi Listrik dalam satu bulan}}{\text{Waktu penggunaan selama satu bulan}} \\&= \frac{2.959.339 \text{ kWh}}{31 \text{ hari} \times 24 \text{ jam/hari}} = 3.977,61 \text{ kW} \\Pp &= \text{Daya Listrik} \times \cos \theta \\&= 22.464.000 \text{ VA} \times 0,8 = 17,971 \text{ kW} \\Fb &= \frac{Pr}{Pp} = \frac{3.977,61 \text{ kW}}{17,971 \text{ kW}} = 22,133\%\end{aligned}$$

3.3 Pelanggan R1 (1300 VA) pada bulan Januari 2017

Perhitungan faktor daya pada pelanggan R1 (1300 VA) :

$$\begin{aligned}Pr &= \frac{\text{Konsumsi Listrik dalam satu bulan}}{\text{Waktu penggunaan selama satu bulan}} \\&= \frac{463.571 \text{ kWh}}{31 \text{ hari} \times 24 \text{ jam/hari}} = 623,08 \text{ kW} \\Pp &= \text{Daya Listrik} \times \cos \theta\end{aligned}$$

$$= 3.569.800 \text{ VA} \times 0,8 = 2,856 \text{ kW}$$

$$Fb = \frac{Pr}{Pp} = \frac{623,08 \text{ kW}}{2,855 \text{ kW}} = 21,817\%$$

3.4 Pelanggan R1 (2200 VA) pada bulan Januari 2017

Perhitungan faktor daya pada pelanggan R1 (2200 VA) :

$$Pr = \frac{\text{Konsumsi Listrik dalam satu bulan}}{\text{Waktu penggunaan selama satu bulan}}$$

$$= \frac{213.269 \text{ kWh}}{31 \text{ hari} \times 24 \text{ jam/hari}} = 286,65 \text{ kW}$$

$$Pp = \text{Daya Listrik} \times \cos \theta$$

$$= 2.002.000 \text{ VA} \times 0,8 = 1,602 \text{ kW}$$

$$Fb = \frac{Pr}{Pp} = \frac{286,65 \text{ kW}}{1,602 \text{ kW}} = 17,897\%$$

3.5 Pelanggan R2 (3500 - 5500 VA) pada bulan Januari 2017

Perhitungan faktor daya pada pelanggan R2 (3500 - 5500 VA) :

$$Pr = \frac{\text{Konsumsi Listrik dalam satu bulan}}{\text{Waktu penggunaan selama satu bulan}}$$

$$= \frac{128.573 \text{ kWh}}{31 \text{ hari} \times 24 \text{ jam/hari}} = 172,81 \text{ kW}$$

$$Pp = \text{Daya Listrik} \times \cos \theta$$

$$= 1.116.600 \text{ VA} \times 0,8 = 893 \text{ kW}$$

$$Fb = \frac{Pr}{Pp} = \frac{172,81 \text{ kW}}{893 \text{ kW}} = 19,345\%$$

3.6 Pelanggan R3 (6600 VA keatas) pada bulan Januari 2017

Perhitungan faktor daya pada pelanggan R3 (6600 VA keatas) :

$$Pr = \frac{\text{Konsumsi Listrik dalam satu bulan}}{\text{Waktu penggunaan selama satu bulan}}$$

$$= \frac{27.505 \text{ kWh}}{31 \text{ hari} \times 24 \text{ jam/hari}} = 36,97 \text{ kW}$$

$$Pp = \text{Daya Listrik} \times \cos \theta$$

$$= 309.000 \text{ VA} \times 0,8 = 247 \text{ kW}$$

$$Fb = \frac{Pr}{Pp} = \frac{36,97 \text{ kW}}{247 \text{ kW}} = 14,955\%$$

Hasil analisis faktor beban pada sektor rumah tangga dari berbagai golongan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan faktor beban pada pelanggan sektor rumah tangga di wilayah Karanganyar.

BULAN : JANUARI 2017							
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi 1 Bulan (kWh)	Waktu (Jam)	Pr (kW)	Pp (kW)	Fb (%)
R1 / 450 VA	56,598	25,469.100	4,697,558	744	6,313.92	20,375	30.988
R1 / 900 VA	24,960	22,464.000	2,959,339	744	3,977.61	17,971	22.133
R1 / 1300 VA	2,746	3,569.800	463,571	744	623.08	2,856	21.818
R1 / 2200 VA	910	2,002.000	213,269	744	286.65	1,602	17.898
R2 / 3500 VA - 5500 VA	280	1,116.600	128,573	744	172.81	893	19.346
R3 / 6600 VA keatas	25	309.000	27,505	744	36.97	247	14.955
BULAN : FEBRUARI 2017							
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi 1 Bulan (kWh)	Waktu (Jam)	Pr (kW)	Pp (kW)	Fb (%)
R1 / 450 VA	56,508	25,428.600	4,219,987	672	6,279.74	20,343	30.869
R1 / 900 VA	25,011	22,509.900	2,642,016	672	3,931.57	18,008	21.832
R1 / 1300 VA	2,744	3,567.200	404,547	672	602.00	2,854	21.095
R1 / 2200 VA	911	2,004.200	189,531	672	282.04	1,603	17.591
R2 / 3500 VA - 5500 VA	277	1,105.200	111,013	672	165.20	884	18.684
R3 / 6600	27		25,897	672	38.54	262	14.700

VA keatas		327.700					
BULAN : MARET 2017							
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi 1 Bulan (kWh)	Waktu (Jam)	Pr (kW)	Pp (kW)	Fb (%)
R1 / 450 VA	56,415	25,386.750	4,642,239	744	6,239.57	20,309	30.723
R1 / 900 VA	2,241	2,016.900	229,909	744	309.02	1,614	19.152
R1M/900 VA	22,810	20,529.000	2,685,690	744	3,609.80	16,423	21.980
R1 / 1300 VA	2,741	3,563.300	450,643	744	605.70	2,851	21.248
R1 / 2200 VA	911	2,004.200	213,916	744	287.52	1,603	17.932
R2 / 3500 VA - 5500 VA	275	1,096.400	123,327	744	165.76	877	18.898
R3 / 6600 VA keatas	27	327.700	28,537	744	38.36	262	14.631
BULAN : APRIL 2017							
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi 1 Bulan (kWh)	Waktu (Jam)	Pr (kW)	Pp (kW)	Fb (%)
R1 / 450 VA	56,358	25,361.100	4,530,795	720	6,292.77	20,289	31.016
R1 / 900 VA	2,250	2,025.000	226,236	720	314.22	1,620	19.396
R1M/900 VA	22,807	20,526.300	2,624,524	720	3,645.17	16,421	22.198
R1 / 1300 VA	2,749	3,573.700	447,792	720	621.93	2,859	21.754
R1 / 2200 VA	917	2,017.400	210,915	720	292.94	1,614	18.151
R2 / 3500 VA - 5500 VA	274	1,093.800	120,674	720	167.60	875	19.154

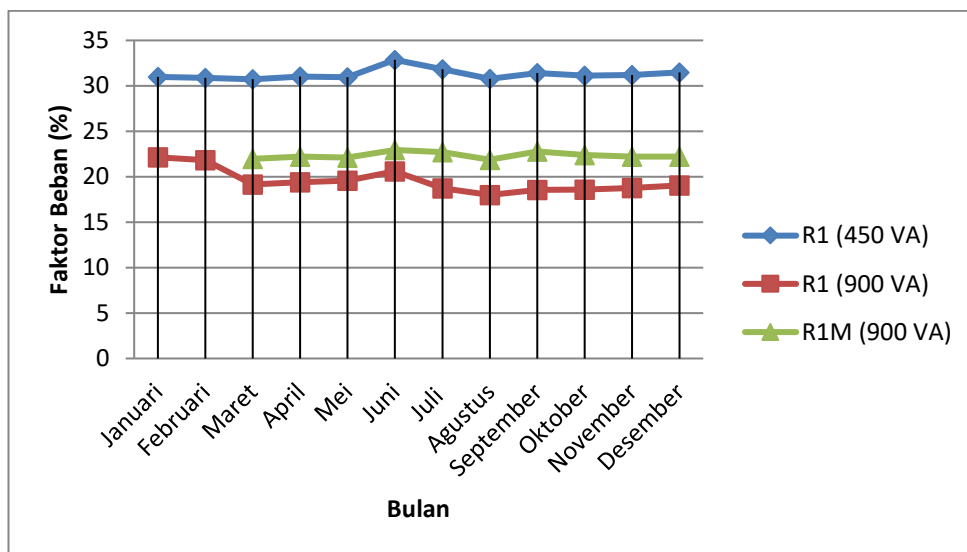
R3 / 6600 VA keatas	27	327.700	29,608	720	41.12	262	15.686
BULAN : MEI 2017							
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi 1 Bulan (kWh)	Waktu (Jam)	Pr (kW)	Pp (kW)	Fb (%)
R1 / 450 VA	56,304	25,336.800	4,669,160	744	6,275.75	20,269	30.962
R1 / 900 VA	2,253	2,027.700	236,252	744	317.54	1,622	19.575
R1M/900 VA	22,816	20,534.400	2,703,011	744	3,633.08	16,428	22.116
R1 / 1300 VA	2,755	3,581.500	470,444	744	632.32	2,865	22.069
R1 / 2200 VA	921	2,026.200	219,460	744	294.97	1,621	18.197
R2 / 3500 VA - 5500 VA	273	1,088.300	122,202	744	164.25	871	18.865
R3 / 6600 VA keatas	28	335.400	31,748	744	42.67	268	15.903
BULAN : JUNI 2017							
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi 1 Bulan (kWh)	Waktu (Jam)	Pr (kW)	Pp (kW)	Fb (%)
R1 / 450 VA	26,256	25,315.200	4,791,817	720	6,655.30	20,252	32.862
R1 / 900 VA	2,260	2,034.000	241,435	720	335.33	1,627	20.608
R1M/900 VA	22,808	20,527.200	2,713,104	720	3,768.20	16,422	22.946
R1 / 1300 VA	2,758	3,585.400	457,649	720	635.62	2,868	22.160
R1 / 2200 VA	921	2,026.200	213,699	720	296.80	1,621	18.310
R2 / 3500 VA - 5500 VA	274	1,091.800	117,612	720	163.35	873	18.702
R3 / 6600 VA keatas	28	335.400	28,749	720	39.93	268	14.881

BULAN : JULI 2017							
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi 1 Bulan (kWh)	Waktu (Jam)	Pr (kW)	Pp (kW)	Fb (%)
R1 / 450 VA	56,153	25,268.850	4,788,780	744	6,436.53	20,215	31.840
R1 / 900 VA	6,152	5,536.800	617,287	744	829.69	4,429	18.731
R1M/900 VA	18,934	17,040.600	2,301,937	744	3,094.00	13,632	22.696
R1 / 1300 VA	2,780	3,614.000	461,831	744	620.74	2,891	21.470
R1 / 2200 VA	920	2,046.000	214,171	744	287.86	1,637	17.587
R2 / 3500 VA - 5500 VA	274	1,092.900	120,226	744	161.59	874	18.482
R3 / 6600 VA keatas	29	343.000	30,217	744	40.61	274	14.801
BULAN : AGUSTUS 2017							
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi 1 Bulan (kWh)	Waktu (Jam)	Pr (kW)	Pp (kW)	Fb (%)
R1 / 450 VA	56,119	25,253.550	4,623,705	744	6,214.66	20,203	30.761
R1 / 900 VA	6,145	5,530.500	592,384	744	796.22	4,424	17.996
R1M/900 VA	18,905	17,014.500	2,214,914	744	2,977.03	13,612	21.871
R1 / 1300 VA	2,774	3,606.200	456,704	744	613.85	2,885	21.278
R1 / 2200 VA	929	2,043.800	211,245	744	283.93	1,635	17.365
R2 / 3500 VA - 5500 VA	276	1,103.900	121,515	744	163.33	883	18.494
R3 / 6600 VA keatas	29	343.100	29,922	744	40.22	274	14.652

BULAN : SEPTEMBER 2017							
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi 1 Bulan (kWh)	Waktu (Jam)	Pr (kW)	Pp (kW)	Fb (%)
R1 / 450 VA	56,081	25,236.450	4,566,956	720	6,342.99	20,189	31.418
R1 / 900 VA	6,149	5,534.100	591,412	720	821.41	4,427	18.553
R1M/900 VA	18,895	17,005.500	2,232,803	720	3,101.12	13,604	22.795
R1 / 1300 VA	2,769	3,599.700	456,300	720	633.75	2,880	22.007
R1 / 2200 VA	931	2,048.200	217,582	720	302.20	1,639	18.443
R2 / 3500 VA - 5500 VA	276	1,103.900	118,215	720	164.19	883	18.592
R3 / 6600 VA keatas	29	343.100	29,356	720	40.77	274	14.854
BULAN : OKTOBER 2017							
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi 1 Bulan (kWh)	Waktu (Jam)	Pr (kW)	Pp (kW)	Fb (%)
R1 / 450 VA	56,037	25,216.650	4,671,329	744	6,278.67	20,173	31.124
R1 / 900 VA	6,154	5,538.600	612,530	744	823.29	4,431	18.581
R1M/900 VA	18,891	17,001.900	2,264,211	744	3,043.29	13,602	22.375
R1 / 1300 VA	2,775	3,607.500	472,856	744	635.56	2,886	22.022
R1 / 2200 VA	931	2,048.200	222,642	744	299.25	1,639	18.263
R2 / 3500 VA - 5500 VA	275	1,100.400	122,733	744	164.96	880	18.739
R3 / 6600 VA keatas	30	366.100	32,531	744	43.72	293	14.929

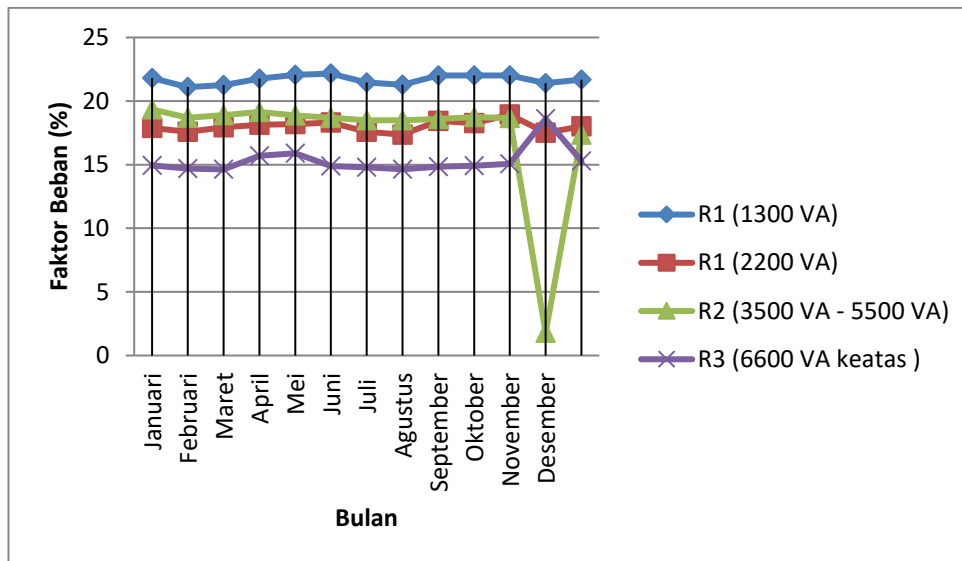
BULAN : NOVEMBER 2017							
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi 1 Bulan (kWh)	Waktu (Jam)	Pr (kW)	Pp (kW)	Fb (%)
R1 / 450 VA	55,992	25,196.400	4,529,807	720	6,291.40	20,157	31.212
R1 / 900 VA	6,160	5,544.000	599,019	720	831.97	4,435	18.758
R1M/900 VA	18,875	16,987.500	2,174,484	720	3,020.12	13,590	22.223
R1 / 1300 VA	2,773	3,604.900	456,933	720	634.63	2,884	22.006
R1 / 2200 VA	934	2,054.800	224,115	720	311.27	1,644	18.936
R2 / 3500 VA - 5500 VA	274	1,094.900	117,776	720	163.58	876	18.675
R3 / 6600 VA keatas	30	366.100	31,764	720	44.12	293	15.063
BULAN : DESEMBER 2017							
Tarif	Pelanggan	Daya (VA)	Konsumsi 1 Bulan (kWh)	Waktu (Jam)	Pr (kW)	Pp (kW)	Fb (%)
R1 / 450 VA	55,946	25,175.700	4,714,456	744	6,336.63	20,141	31.462
R1 / 900 VA	6,165	5,548.500	628,820	744	845.19	4,439	19.041
R1M/900 VA	18,856	16,970.400	2,245,367	744	3,017.97	13,576	22.230
R1 / 1300 VA	2,773	3,604.900	459,120	744	617.10	2,884	21.398
R1 / 2200 VA	940	2,068.000	215,536	744	289.70	1,654	17.511
R2 / 3500 VA - 5500 VA	274	1,093.800	11,642	744	15.65	875	1.788
R3 / 6600 VA keatas	30	366.100	40,542	744	54.49	293	18.606

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh hasil perhitungan dari keseluruhan sektor rumah tangga di wilayah Karanganyar seperti ditunjukkan pada tabel 2. Nilai dari faktor beban rumah tangga memiliki nilai yang berbeda – beda berdasarkan banyaknya pemakaian daya pada setiap golongan. Nilai faktor beban terbesar terdapat pada golongan R1(450 VA) yaitu sebesar 32.862% terjadi pada bulan Juni dan nilai faktor beban terkecil terdapat pada golongan R2 (3500 VA – 5500 VA) yaitu sebesar 1.788% pada bulan Desember. Semakin besar nilai faktor beban pada suatu sistem distribusi maka semakin baik sistem tersebut, apabila nilai faktor beban rendah maka PLN akan memberikan tarif tersendiri sehingga dibutuhkan perbaikan faktor beban.



Gambar 2. Grafik perhitungan faktor beban R1 (450 VA), R1 (900 VA), R1M 900 VA) pada tahun 2017.

Berdasarkan gambar 2, pelanggan R1 (450 VA) mengalami kenaikan faktor beban paling besar pada bulan Juni dengan nilai 32.862%, pada pelanggan R1 (900 VA) mengalami penurunan mulai bulan Maret dengan nilai faktor beban 19.151% dan mengalami kenaikan pada bulan Juni dengan nilai faktor beban 20.607% sedangkan pada bulan Juli mengalami penurunan dengan nilai 18,731%. Pelanggan R1M (900 VA) dimulai pada bulan Maret dengan nilai faktor beban yang stabil kenaikan dan penurunannya tidak begitu drastis.



Gambar 3. Grafik perhitungan Faktor beban R1 (1300 VA), R1 (2200 VA), R2 3500 – 5500 VA), R3 (6600 VA keatas) pada tahun 2017.

Berdasarkan gambar 3, pelanggan R1 (1300 VA) dan R1 (2200 VA) mempunyai nilai faktor beban yang stabil diantara yang lain dengan nilai rata – rata R1 (1300 VA) sebesar 21.693% dan nilai rata – rata pada R1 (2200 VA) sebesar 18.015%. Pelanggan R2 (3500 VA – 5500 VA) mempunyai nilai faktor beban yang stabil pada bulan Januari sampai November dengan nilai rata – rata faktor beban sebesar 17.368%, namun pada bulan Desember mengalami penurunan yang sangat drastis dengan nilai faktor beban 1.788%, keadaan ini berbanding terbalik dengan pelanggan R3 (6600 VA keatas) yang mengalami kenaikan sebesar 15.305% pada bulan Desember.

4. PENUTUP

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Nilai faktor beban paling tinggi terdapat pada tarif golongan R1 (450 VA) dengan rata – rata nilai faktor beban selama 12 bulan sebesar 31,269% Nilai faktor beban pada tarif R1 (450 VA) paling besar terjadi pada bulan Juni sebesar 32,862% dan mengalami penurunan dibulan Juli dengan nilai faktor beban sebesar 31,840%.
- 2) Tarif golongan R1 (900 VA) dibedakan menjadi dua yaitu R1 (900 VA) merupakan tarif subsidi dan R1M (900 VA) merupakan tarif non-subsidi atau mandiri. Tarif R1M (900 VA) mulai diterapkan pada sektor rumah tangga di

wilayah Karanganyar pada bulan Maret 2017. Sebagian besar pelanggan R1 (900 VA) yang mampu berpindah ke tarif R1M (900 VA).

- 3) Tarif golongan R1 (900 VA) memiliki nilai faktor beban 22,133% pada bulan Januari dan 21,832 Februari sedangkan pada bulan selanjutnya mengalami penurunan dikarenakan pelanggan pada tarif ini banyak yang berpindah pada tarif R1M (900 VA).
- 4) Tarif golongan R3 (6600 VA keatas) memiliki nilai rata - rata faktor beban yang stabil pada bulan Januari sampai bulan November sebesar 15,305% kemudian mengalami kenaikan pada bulan Desember dengan nilai faktor beban sebesar 18,605%.
- 5) Tarif golongan yang memiliki nilai faktor beban yang stabil terdapat pada tariff golongan R1M (900 VA), R1 (1300 VA) dan R1 (2200 VA).
- 6) Tarif golongan R2 (3500 VA – 5500 VA) terjadi penurunan yang sangat drastis pada bulan Desember yaitu sebesar 1,788%.

PERSANTUNAN

Penulis menyampaikan terimakasih atas suport dan dukungan dari pihak – pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir. Penulis sampaikan terimakasih kepada :

- 1) Puji Syukur Kepada Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW atas segala nikmat dan hidayah-NYA.
- 2) Bapak Kasdadi dan Ibu Parmi selaku orang tua penulis yang selalu memberi dorongan dalam mengerjakan tugas akhir dan tak henti – hentinya mendoakan kesuksesan penulis.
- 3) Bapak Agus Supardi S.T, M.T selaku pembimbing dalam mengerjakan tugas akhir.
- 4) Opi, Dini, Ayu, tiwi dan Siti yang sangat membantu penulis dan menjadi penyemangat.
- 5) Sandi, Aping, Rey, dan Pelle yang selalu menyemangati lewat cibiran yang sangat menusuk hati.

- 6) P.T PLN (persero) APJ Surakarta Rayon Karanganyar yang telah membantu dalam pengumpulan data.
- 7) Ketiga saudara Heni, Rita, dan Nur yang selalu memotivasi dan menyemangati penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
- 8) Hendro Wahyu Saputro yang telah membantu dan menemani saya dalam penyelesaian tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Doerry Norbert. 2012. *Electric power Load Analysis*. Maryland : Naval Engineers Journal.
- Gonen, Turan. 1986. *Electric Power Distribution Sistem Engineering*. New York:McGraw-Hill Book Company.
- G. P. Watkins. 1916. *The Load Factor and The Density Factor*. New York:Oxford UniversityPress.
- Jr. William D.Stevenson.1994. *Analysis Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- Murat Dilek, Broadwater Robert P., Chair.2001. *Integrated Design of Electrical Distribution Systems: Phase Balancing and Phase Prediction Case Studie*.Virginia USA: Bradley Department of Electrical Engineering.
- Tapajyoti Sen. 2009. *Electrical and Production Load Factors*. Texas : Texas A&M University.